

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-079758

(43)Date of publication of application : 13.03.1992

(51)Int.Cl.

H02M 1/00  
H02M 3/145

(21)Application number : 02-191057

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 19.07.1990

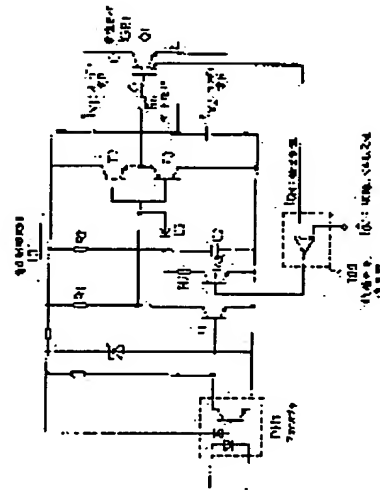
(72)Inventor : SASAGAWA KIYOAKI  
MIKI HIROSHI

### (54) DRIVING CIRCUIT OF CURRENT SENSING IGBT

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain the driving circuit of a current sensing IGBT which facilitates protection of devices from breakdown caused by an excessive voltage by a method wherein a variable voltage source which makes a voltage applied to the gate of the IGBT gradually with the lapse of time when an overcurrent is cut off is provided.

**CONSTITUTION:** A normal switching time operation is performed by a transistor T1 receiving the signal of a photocoupler PH1 and transistors T2 and T3. When a fault is judged by a fault detection processing part 100, a transistor T4A is turned on and the charge of a capacitor C2 is discharged through a resistor R2. If resistance values R1, R2 and R3 are so selected as to satisfy a relation  $R1, R3 \geq R2$ , a differential voltage between the terminal voltage of the capacitor C2 and an off-gate voltage V2 is outputted between the gate and emitter of a current sensing IGBT Q1. Thus, the IGBT Q1 is cut off slowly and an excessive overvoltage is not induced between the collector and emitter of the IGBT, so that devices can be protected securely from an overcurrent.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-79758

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

H 02 M 1/00  
3/145

識別記号

H  
C

庁内整理番号

8325-5H  
7829-5H

⑬ 公開 平成4年(1992)3月13日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全7頁)

⑭ 発明の名称 電流センス IGBT の駆動回路

⑯ 特 願 平2-191057

⑰ 出 願 平2(1990)7月19日

⑱ 発 明 者 笹 川 清 明 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

⑲ 発 明 者 三 木 広 志 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

⑳ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 山 口 巖

明 細 書

1. 発明の名称

電流センス IGBT の駆動回路

2. 特許請求の範囲

1) 自身の主回路に流れている電流を検出してなる検出電流を出力できる機能を有する電流センス IGBT の駆動回路において、

前記検出電流より前記主回路の過電流を判別する手段と、

この判別手段が動作している間、前記 IGBT のゲートに印加している電圧を時間の経過に伴い、少なくとも徐々に降下させる可変電圧源とを備えたことを特徴とする電流センス IGBT の駆動回路。

2) 自身の主回路に流れている電流を検出してなる検出電流を出力できる機能を有する電流センス IGBT の駆動回路において、

前記検出電流より前記主回路の過電流を判別する手段と、

この判別手段が動作している間、前記 IGBT

のゲートに印加している電圧を時間の経過に伴い、少なくとも徐々に降下させる可変電圧源と、

前記可変電圧源の前記の降下の動作によって導通側に駆動され、前記 IGBT のゲート・エミッタ回路を短絡するトランジスタとを備えたことを特徴とする電流センス IGBT の駆動回路。

3) 自身の主回路に流れている電流を検出してなる検出電流を出力できる機能を有する電流センス IGBT の駆動回路において、

前記検出電流より前記主回路の過電流を判別する手段と、

この判別手段が動作している間、前記 IGBT のゲートに印加している電圧を時間の経過に伴い、少なくとも徐々に降下させる可変電圧源と、

前記 IGBT のゲートと前記可変電圧源との間に接続され、前記 IGBT の変位電流をこの可変電圧源側に導くダイオードとを備えたことを特徴とする電流センス IGBT の駆動回路。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

この発明は、自身に流れてる電流を検出できる機能を有するIGBTの駆動回路に関し、特にインバータなどの電力変換装置において、短絡事故などによって生じる過電流から、このIGBTを保護する機能を持つ駆動回路に関する。

なお以下各図において同一の符号は同一もしくは相当部分を示す。

#### 【従来の技術】

IGBT素子はバイポーラトランジスタの有する高耐圧、大電流化が容易であるという長所と、パワーMOSFETの有する高速なスイッチングが可能でドライブも容易であるという長所とをあわせ持った新しいデバイスである。

第6図にNチャネルIGBTの等価回路を示す。即ちこのIGBTはNチャネルMOSFET01、NPNトランジスタ02、PNPトランジスタ03、及びトランジスタ02のベース・エミッタ間の短絡用抵抗04からなり、MOSFET01のドレイン・ソース間とトランジスタ02のエミッタ・コレクタ間を並列接続し、トランジスタ02、03はサイリス

タ回路を形成するものとして表わすことができる。

最近では、IGBTの高機能化を目的として、電流検出機能を内蔵したIGBT（電流センスIGBT）のデバイス開発とその適用が進められている。この電流センスIGBTは、一つのIGBTチップ内で一部分を電流検出用のチップとして利用し、このチップに流れる電流を実際に検出し、外部へ出力できるようにしたものである。電流センスIGBTのシンボル記号と等価回路とを第7図(A)、(B)にそれぞれ示す。この第7図(B)で示すように、電流センスIGBTQ1は主IGBTQ<sub>m</sub>と電流検出用IGBTQ<sub>s</sub>とを並列接続させた構造になっている。電流センスIGBTQ1の電流I<sub>c</sub>は主IGBTQ<sub>m</sub>の電流と検出用IGBTQ<sub>s</sub>の電流とに分流する。ここで、検出用IGBTQ<sub>s</sub>の電流値はIGBTチップ全体の中で電流検出用IGBTのチップが占める面積比より決まるため、この関係より主IGBTQ<sub>m</sub>の電流が算出できることになる。

IGBTをインバータなどの電流変換装置に用

いた場合に、インバータの運転中に何らかの原因で過電流故障が発生した場合にIGBTを破壊させずに保護することが重要となっている。過電流故障の中で、素子破壊につながる故障として短絡事故がある。短絡事故時を模擬する回路を第8図に、また短絡事故時のIGBT素子Qの電圧V<sub>ce</sub>と電流I<sub>c</sub>の波形を第9図に示す。第9図で示すように短絡期間に素子には直流電源電圧E<sub>d</sub>が印加される。また、この時に素子Qに流れる電流I<sub>c</sub>は、素子Qの直流電流定格の5～6倍以上となる。従って短絡期間中に素子Qには非常に大きな電力が印加されることになる。そのため、短絡状態で素子Qを保護するには、素子の耐えうる期間（10μs程度）内に素子Qをオフする必要がある。そこで、この電流センス機能を過電流保護に適用することは、素子Qを保護する上で有効な方法である。

第5図に過電流保護機能を持つ電流センスIGBTのゲート駆動回路の従来例を示す。Q1は主スイッチング素子としての電流センスIGBT、

PH1は信号絶縁用フォトカブラ、V1およびV2はそれぞれオンゲート電圧印加用電圧源およびオフゲート電圧印加用電圧源である。

次に第5図の通常の動作を説明する。フォトカブラPH1がオンするとトランジスタT1がオフし、この結果トランジスタT2がオン、T3がオフとなって、IGBTQ1のゲート・エミッタ間にはゲート抵抗R<sub>g</sub>を介してオンゲート電圧V1が印加される。次にフォトカブラPH1がオフするとトランジスタT1がオンし、これにより、トランジスタT2がオフ、T3がオンとなって、IGBTQ1のゲート・エミッタ間には抵抗R<sub>g</sub>を介してオフゲート電圧V2が印加される。

次に第5図の過電流保護動作について説明する。IGBTQ1のオン期間中、Q1の検出電流I<sub>cs</sub>はゲート駆動回路の故障判別演算部100に入力される。この演算部100では、故障レベルの設定値I<sub>oc\*</sub>と、この電流センスIGBTQ1の検出電流I<sub>cs</sub>を比較し、検出電流I<sub>cs</sub>が設定値以上の場合は過電流故障と判断する。故障と判断すると演

算部100より、トランジスタT4をオンする信号が出力され、T4がオンする。T4が導通すると、IGBTQ1のゲート・エミッタ間にオフゲート電圧V2が印加されQ1がオフし、過電流をしゃ断する。

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら第5図のような従来の過電流保護動作では、トランジスタT4の導通と同時にIGBTQ1のオフゲート電圧V2がQ1のゲートに印加されることから、過電流を遮断する際の電流の減少率 $(-di/dt)$ が大きく、このためQ1には配線のインダクタンス $L$ に誘起した電圧 $(L \cdot di/dt)$ と直流回路電圧の和の電圧が加わり、この過大な電圧によって素子が破壊してしまうという問題があった。

そこで本発明はこの問題を解消できる電流センスIGBTの駆動回路を提供することを課題とする。

#### 【課題を解決するための手段】

前記の課題を解決するために第1発明の回路は、

を付加したものとする。

#### 【作用】

故障判別演算部によって駆動されるトランジスタが導通すると、徐々にコンデンサ電圧を放電させる回路を設け、このコンデンサ電圧を利用してIGBTQ1のゲート・エミッタ間に与える電圧を徐々に下降させるようにした。

電流センスIGBTQ1に流れる短絡電流のピーク値 $I_{cr}$ は第10図に示すようにゲート・エミッタ間に印加される電圧値 $V_{ce}$ に依存する特性を持っている。そこで、この特性を利用して過電流検知後、電流センスIGBTQ1のゲート・エミッタ間に印加される電圧 $V_{ce}$ を時間の経過と共に徐々に減少させ、この減少に対応させて短絡電流 $I_c$ を減少させる。なお第9図の素子短絡電流 $I_c$ の波線部はこの場合の短絡電流波形を示している。従って過電流をしゃ断する際の電流の減少率 $(-di/dt)$ を抑制できる。その結果、配線のインダクタンス $L$ に誘起した電圧 $L \cdot di/dt$ が小さくなり、IGBTQ1に加わる過大な電圧を

『自身の主回路に流されている電流を検出してなる検出電流( $I_{cr}$ など)を出力できる機能を有する電流センスIGBT(Q1など)の駆動回路において、

前記検出電流より前記主回路の過電流を判別する手段(故障判別演算部100など)と、

この判別手段が動作している間、前記IGBTのゲートに印加している電圧を時間の経過に伴い、少なくとも徐々に効果させる可変電圧源(コンデンサC2、トランジスタT4など)とを備えた』ものとし、

また第2発明の回路は前記第1発明の回路にさらに、『前記可変電圧源の前記の降下の動作によって導通側に駆動され、前記IGBTのゲート・エミッタ回路を短絡するトランジスタ(T5など)』を付加したものとし、

また第3発明の回路は、前記第1発明の回路にさらに、『前記IGBTのゲートと前記可変電圧源との間に接続され、前記IGBTの変位電流をこの可変電圧源側に導くダイオード(D3など)』

防げる。また短絡電流 $I_c$ が減少するため、素子Q1の消費エネルギーも低減できる。

#### 【実施例】

以下第1図ないし第4図に基づいて本発明の実施例を説明する。第1図は第1発明の実施例としての回路図で、第5図に対応するものである。

第1図の通常のスイッチング時の動作は、第5図と同様、フォトカプラPH1の信号を受けたトランジスタT1と、これにつながるトランジスタT2、T3によって行われる。

第5図と異なるのは、ダイオードD2、抵抗R2、R3、コンデンサC2、トランジスタT4Aからなる電圧制限回路101を出力段トランジスタT2、T3のベース部分に接続したことである。コンデンサC2は最初、抵抗R3を介して充電され、コンデンサC2の両端電圧は $V1 + V2$ となる。コンデンサC2の正側端子とトランジスタT2、T3のベースとの間には、図示のようにダイオードD2が接続されていることから、通常の動作には殆ど影響を及ぼさない。

第5図と同様に、故障判別演算部100にて故障を判別した場合、トランジスタT4Aが導通する。これに伴いコンデンサC2の電荷はR2を介して放電される。抵抗値 $R1, R3 \gg R2$ と選定しておくことにより、コンデンサC2の両端電圧とオフゲート電圧V2との差の電圧がダイオードD2、トランジスタT3を介して電流センスIGBTQ1のゲート・エミッタ間に出力され、IGBTQ1のゲート・エミッタ電圧は徐々に下降して0となり、さらに反転する。このようにしてIGBTQ1は第5図に比べゆるやかにシャ断される。

第2図は第2発明の実施例としての回路図である。第2図の第1図と異なる点は、IGBTQ1の変位電流を流し込むPNPトランジスタT5をゲート抵抗R<sub>g</sub>の素子Q1側（つまりIGBTQ1のゲート端子G）に付加したこと、さらに詳しくはこのトランジスタT5のエミッタ端子と素子Q1のゲート端子Gとを接続し、トランジスタT5のベース端子をコンデンサC2の正極端子に接続し、トランジスタT5のコレクタ端子をオフ

結果、素子Q1の過電流保護動作が確実に行われることになる。

第4図は第3発明の実施例としての回路図である。第4図は第1図の構成に対し、IGBTQ1のゲート端子GとコンデンサC2の正極端子間に、該端子側をカソードとするダイオードD3を付加し、第2図で述べたIGBTQ1の変位電流をコンデンサC2側へ流すようにしたものである。第4図ではIGBTQ1に発生した変位電流はダイオードD3を介して可変電圧源としてのコンデンサC2およびトランジスタT4Aに流れ込むことになる。

#### 【発明の効果】

本発明よれば、電流センスIGBTのゲート・エミッタ回路に並列にコンデンサを設け、さらにこのコンデンサを抵抗を介して放電させるトランジスタを設け、短絡事故の際、IGBTの検出電流が過大となったことを検出する故障判別演算部を介して前記トランジスタを導通させることで、IGBTのゲート電圧を徐々に下降させながらI

ゲート電圧源V2の負極端子に接続したことである。IGBTQ1が導通状態で短絡事故が発生し、素子Q1の電流増加すると、第1図で述べたように、故障判別演算部100を介してトランジスタT4Aが導通し、コンデンサC2の放電が行われる。これによりトランジスタT5も徐々に導通する。

ところで、この素子Q1の電流の急増時には素子電圧 $V_{ce}$ も急増する。その結果、非常に高い電圧変化( $dV_{ce}/dt$ )が発生する。

第3図はこのトランジスタT5の動作の説明図で、同図(A)は等価回路を、また同図(B)は前記短絡時における素子電圧 $V_{ce}$ の時間的推移の波形をそれぞれ示す。IGBTQ1は、第3(A)に示すようにコレクタCとゲートG間に接合容量 $C_{cg}$ を持っている。そこで、前述の $dV_{ce}/dt$ がIGBTQ1に印加されると、この $C_{cg}$ によって変位電流 $i (= C_{cg} \cdot dV_{ce}/dt)$ が生じる。第2図ではこの変位電流がトランジスタT5に流れるため、IGBTQ1のゲート・エミッタ間電圧が変位電流で充電されることはない。その

GBTをオフさせるようにしたので、

IGBTのコレクタ・エミッタ間に過渡的な過大電圧を発生させることなく、この電流センスIGBTを過電流から確実に保護することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図、第2図はそれぞれ第1および第2発明の実施例としての回路図、

第3図は第2図の動作の説明図、

第4図は第3発明の実施例としての回路図、

第5図は第1図、第2図、第4図に対応する従来の回路図、

第6図はNチャネルIGBTの等価回路図、

第7図は電流センスIGBTのシンボル記号と原理構成図、

第8図は短絡事故時の模擬回路図、

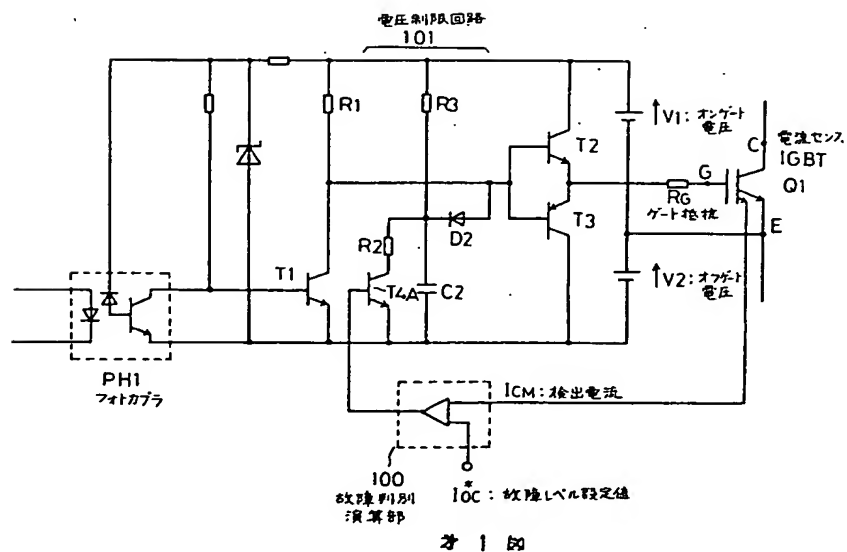
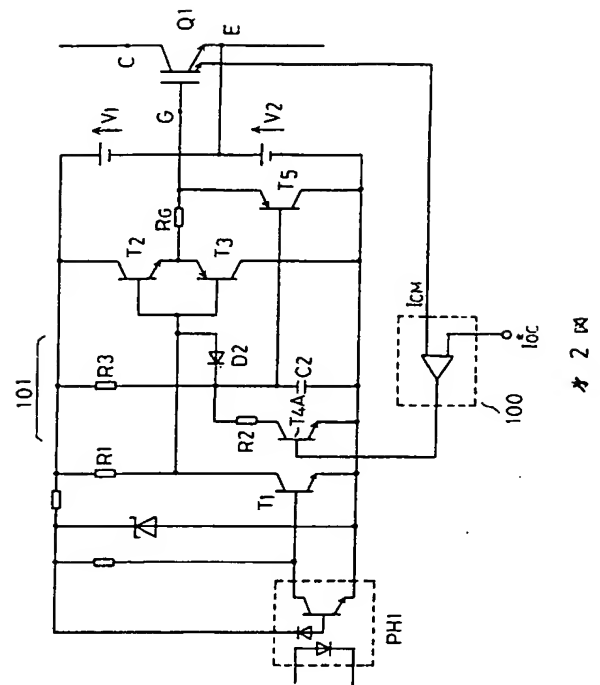
第9図は短絡事故時のIGBTの電圧、電流の波形図、

第10図はIGBTの短絡電流とゲート・エミッタ間電圧との関係を示す特性図である。

Q1：電流センスIGBT、PH1：フォトカ

ブラ、V1 : オンゲート電圧、V2 : オフゲート電圧、 $R_g$  : ゲート抵抗、 $R_1, R_2, R_3$  : 抵抗、 $C_2$  : コンデンサ、 $D_2, D_3$  : ダイオード、 $T_1, T_2, T_3, T_4A, T_5$  : トランジスタ、100 : 故障判別演算部、101 : 電圧制限回路、 $I_{CM}$  : 検出電流、 $I_{OC}$  : 故障レベル設定値。

代理人弁護士 山口 巖



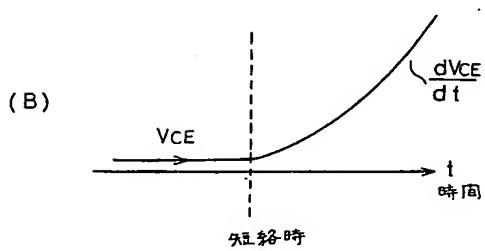
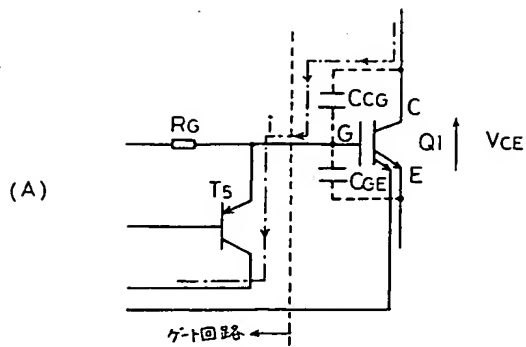


図 3

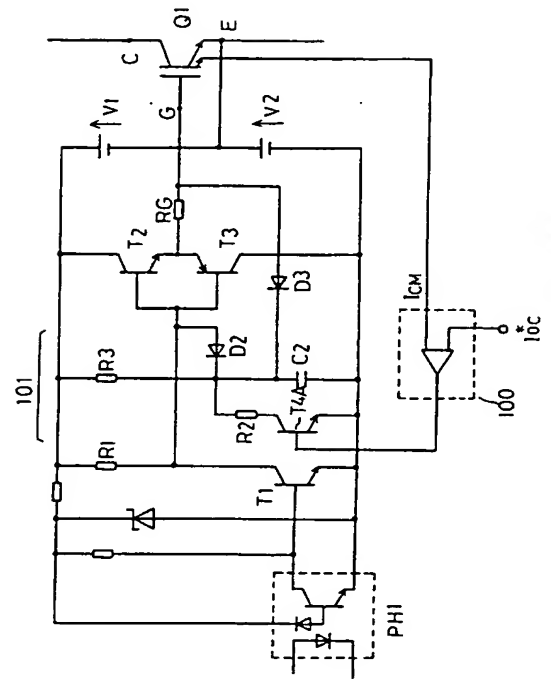


図 4

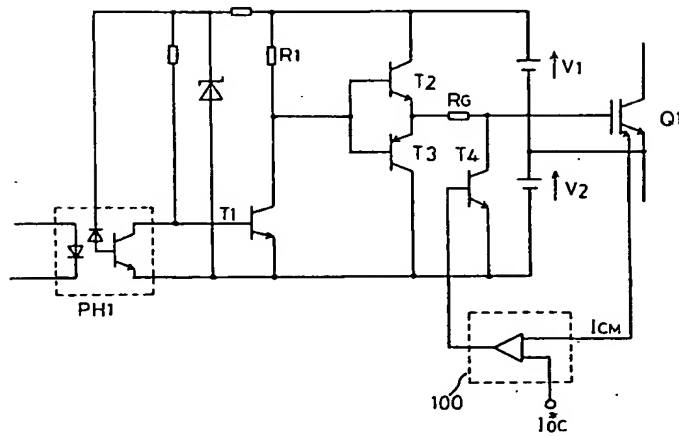


図 5

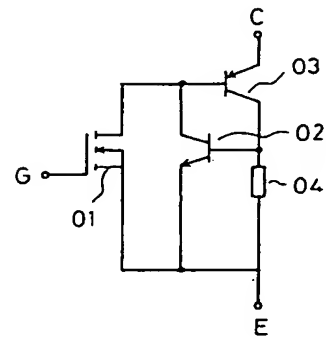


図 6

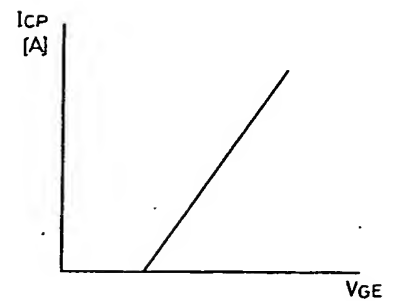


図 10

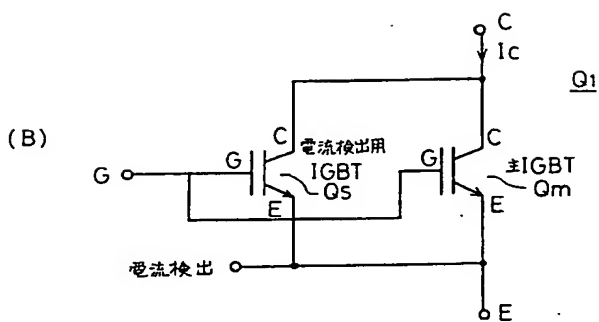
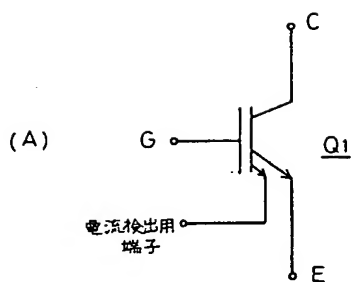


図 7

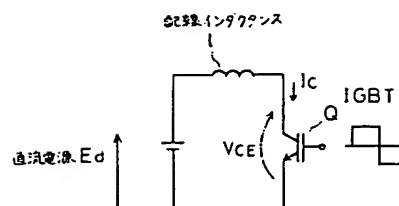


図 8

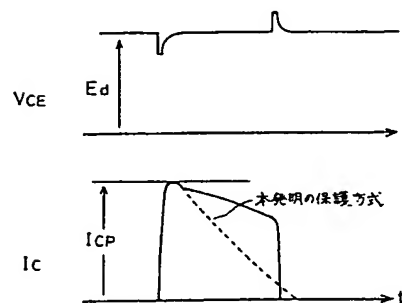


図 9